

전자종이 디스플레이 기반 ESL의 시장현황 및 분석

Market Status and Analysis of ESL Based on Electronic Paper Display

김영조*

Young-Cho Kim*

〈Abstract〉

Recently, retail technology has been developed by the rapid evolution of e-commerce and a representative example is ESL technology. In this study, we investigate ESL technology, market status and forecasts, and analyze the competitive structure between relational companies. Market analysis refers to data from market reports of Marketsandmarkets and Research, and internet media. In ESL, the display field is predicted to account for 43% of the total market in 2026, and is converting from LCD to electronic paper. The segmented type is becoming more advanced into the full-graphic type, and CAGR of 18.7% for 3-7 inches and 20.6% for 7-10 inches is predicted. The demand for ESL is greatest in North America and Europe, but CAGR is the highest in the Asia-Pacific region at 19.1%. Since ESL technology has a lot of overlap with semiconductor and display technology, the Asia-Pacific region is relatively advantageous, and this has led to rapid growth of domestic companies. However, it is expected that competition from European companies that are actually owned by Chinese companies will increase in the future, so continuous technological development and new market development are necessary.

Keywords : ESL, Electronic Paper, CAGR, Display, Market

* 정회원, 청운대학교 전자공학과, 교수
E-mail: yckim@chungwoon.ac.kr

* Professor, Department of Electronic Engineering, Chungwoon University

1. 서론

2000년대 이후 인터넷의 보급이 본격적으로 우리 생활에 많은 영향을 미쳐왔으며, 특히 전자상거래는 매우 빠른 속도로 진화하고 있다. 이후 IoT, 빅데이터, 인공지능, 그리고 블록체인 등으로 이어졌으며 그 파급효과는 규모가 작은 소매업체로 하여금 새로운 활로를 찾도록 유도하고 있다. 이로써 새로운 기술의 선택에 의해 차별화된 서비스가 소비자에게 제공되었으며 다수의 소매업자는 신기술의 장점을 인식하고 고품위의 쇼핑경험을 소비자에게 제공하여 이익창출을 확보하려는 노력으로 리테일기술 시장이 형성되었다[1].

이와 같은 새로운 변화에 따른 새로운 기술이 적용된 예로 전자종이 디스플레이를 이용한 가격 표시장치(electronic shelf label, ESL)를 들 수 있으며 최근 그 시장이 크게 확대되고 있다. 전자종이 기술은 2000년대 초 다수의 구현기술이 등장하여 경쟁을 하다 2010년대 중반부터는 캡슐형 전기영동기술을 이용한 표시장치 패널이 주도하여 현재에 이르고 있으며, ESL 뿐 아니라 전자책, 명찰, 신용카드, 전자철판, 간판 등에 적용되고 있으며 점차 퍼블릭 디스플레이로 영역을 넓혀가고 있다[2,3].

전자종이기술을 기반으로 하는 ESL은 가전제품에서 흔히 사용되는 적외선통신 또는 와이파이(Wi-Fi), 다양한 주파수의 무선통신(RF), 특정주파수를 사용하는 근거리통신(NFC) 등의 송수신을 위한 트랜시버(transceiver), 가격 등 콘텐츠를 표시하는 디스플레이 패널, 이를 제어하는 마이크로프로세서, 그리고 이들에 전원을 공급하는 배터리 등으로 구성되어 있다.

이와 같이 빠르게 진화하고 있는 기술로 인하여 소매 사업의 경쟁은 날로 치열해지고 있는 현실에서 소매업자는 차별화된 콘텐츠를 소비자에게

제공함과 동시에, 상황에 따라 가격변동요인을 실시간으로 반영할 수 있는 ESL 기술은 바람직하게 평가된다. 이 기술은 실시간 가격책정 솔루션을 통해 실시간 가격이 정해질 수 있으며, 체인망을 가진 소매업의 경우 국내 혹은 글로벌로 적용이 가능한 기술이다.

본 연구에서는 이와 같은 장점을 가진 ESL이 기반으로 하고 있는 전자종이 디스플레이 기술을 살펴보고, ESL 시장규모의 추이, 디스플레이 type, 패널사이즈, 지역 등에 따른 시장을 분석하고 기업 간의 경쟁구조에 대하여 논의하고자 한다. 본 연구를 위한 참고자료는 구성부품, 디스플레이 종류, 디스플레이 사이즈, 지역 등에 따라 분석한 marketsandmarkets(2021년)의 분석보고서를 중심으로 하였으며 최근 시장자료는 2023년 발표된 research사의 보고서와 미디어 매체 자료 등으로 보완하였다[4,5].

2. 기술적 배경

ESL의 표시장치를 이루는 디스플레이는 LCD와 전자종이 디스플레이가 가장 널리 적용되고 있다. LCD는 두 개의 투명유리에 부착된 편광필름, 컬러필터, 액정, thin film transistor(TFT), 그리고 전극 등의 부품에 백라이트에서 발생하는 광을 투과시키는 구조로 이루어져 있으며, 투명전극에 의해 정의된 화소영역(pixel)에서 입사광이 스위칭되도록 함으로써 영상을 획득한다. 따라서 동영상도 구동할 정도의 구동특성을 가지지만 작은 사이즈, 저전력 구동, 정지화면, 그리고 저가격이 요구되는 ESL에서는 바람직하지 않은 특성을 가지고 있다[2].

전자종이 디스플레이는 쌍안정성 현상에 의해 외부전원 없이 이지미를 유지할 수 있는 기능으로 인하여 저전력 구동특성을 가지며, 반사형 디스플

레이 특성으로 외부광원이 밝을수록 가독성이 뛰어난 특징을 가진다. 전자종이 디스플레이는 전기영동방식 원리로 동작하는 마이크로 캡슐형, 격벽 내부에 전하를 띤 입자를 분산하여 이미지를 구현하는 마이크로캡형, 콜레스테릭 액정을 이용하여 구동하는 ch-LCD, 전기습윤방식을 이용하여 화상을 표시하는 eletrowetting형, 그리고 상반된 전하로 대전된 입자를 셀 내부에 주입하여 화상을 표시하는 대전입자형 전자종이 등이 있다[6,7].

이상의 방식 중에서 현재 가장 일반적으로 사용하고 있는 방식은 전기영동방식 원리를 이용한 마이크로 캡슐형으로 양의 전하를 띤 입자는 음의 전압이 인가된 투명전극으로 이동하고, 음전하를 띤 입자는 양의 전압이 인가된 투명전극으로 이동하는 특성에 의해 이미지를 표현할 수 있으며 그 구조를 Fig. 1에 보였다[7]. 이 방식은 백색 반사율이 상대적으로 우수한 TiO₂ 광촉매제를 이용한 백색입자와 carbon black을 이용한 흑색입자를 투명 유체에 분산시킨 마이크로캡슐을 이용하여 흑백 이미지를 표시를 하며 대량생산은 roll-to-roll 공정을 활용하고 있다[8]. 전자종이 디스플레이는 본 연구에서 다루고자 하는 ESL 뿐만 아니라 반사형 및 쌍안정성의 특징으로 인하여 명함, 전자칠판, 퍼블릭 표시장치, 디지털 사이니지, 도로표시판, 간판 등으로 응용분야가 점차 확장되고 있다.

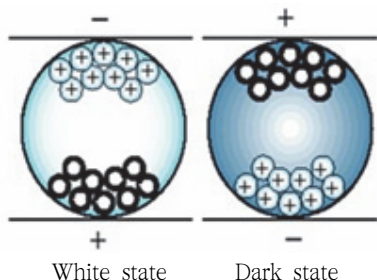


Fig. 1 Structure of microcapsule type electronic paper display

이상에서 살펴본 바와 같이 퍼블릭 디스플레이, 가정용 등에서 사용되는 20인치 이상의 디스플레이와 달리 ESL은 가격표시를 위한 상대적으로 작은 사이즈의 저가격, 저전력, 송수신 통신기능을 가진 부착형 디스플레이에 적합한 특징을 가지며 ESL의 실제 적용 예를 Fig. 2에 보였다. 가격표시를 포함한 모든 상품관련 데이터는 ESL 서버에서 제어되며 실시간 반영된다. 이러한 리테일기술은 인건비, 유지비, 재고관리 등에서 경쟁력을 가지기 때문에 생산자, 유통업자, 소비자에게 유리하다.



Fig. 2 Application example of ESL

3. 시장동향

본 연구에서 시장동향에 관한 분석은 시장분석기관인 Marketsandmarkets의 2021년 발표자료를 중심으로 하였으며, 기초가 되는 기간은 2017년부터 2020년까지이며 예측기간은 2021년부터 2026년까지이다[4]. 이 시장보고서는 서론에서 언급한 바와 같이 부품, 디스플레이 등 구성요소 및 지역에 따라 분석한 장점을 가지진다. 유사한 자료로 2023년 Research 사가 발표한 ESL 시장분석자료에 따르면, 미래시점인 2023년부터 2028년까지 예상되는 연평균성장률(CAGR)이 18%일 것으로 발표한 바 있으며 Marketsandmarkets에서 발표한 동일기간의 연평균성장률이 19%인 점을 고려

하면 본 연구에서 참고한 자료와 거의 일치하는 결과이며 유의한 것으로 판단된다.

Table 1은 Marketsandmarkets에서 발표한 ESL 시장규모를 정리한 것으로 전체 시장의 연평균성장률을 과거와 미래시점으로 구분하면 2017년부터 2020년 기간 동안의 연평균성장률은 12.3%인 반면, 2021년부터 2026년까지는 20.4%로 성장할 것으로 예측하고 있다. 2023년 Research사가 발표한 분석자료에 따르면 2022년 글로벌 ESL 시장이 8.8억 달러에 달하였으며 Table 1의 9.5억 달러와 유사함을 확인할 수 있다[5].

이 표에서 보는 바와 같이 ESL을 구성하는 부품 중 디스플레이가 차지하는 비중이 2026년 기준 43.0%로 가장 크며 그 성장률은 17.7%에 이른다. 또한 LCD, 전자종이 디스플레이 등은 다른 부품에 비해 기술진보가 빠르게 이루어지고 있음은 주지의 사실이다. 배터리 분야는 상대적으로 성장률이 높으나 전체 시장에서 차지하는 비율은 디스플레이에 비해 절반에 미치지 못하는 수준이며 또한 하드웨어적으로 핵심기술이 아니기 때문

에 본고에서는 다루지 않고자 한다.

위에서 살펴본 LCD와 전자종이가 대표하는 디스플레이 종류에 따른 ESL의 시장규모를 Table 2에 보였는데[4]. Segmented E-paper는 부분적으로 on-off 제어를 통한 간단한 숫자를 표시하는 형태이며, Full-graphic E-paper는 구동칩을 장착하여 greyscale을 구현할 수 있도록 한 디스플레이로 TFT를 적용한 디스플레이 소자이다. Table 2에서 보인 Full-graphic E-paper 형태의 전자종이 디스플레이의 연평균성장률이 18.0%에 달하여 시장을 주도하고 있음을 알 수 있다. 한편 이 표는 ESL의 매출기준이기 때문에 가격을 고려하면 LCD의 보급률은 전자종이의 보급률에 훨씬 미치지 못함은 자명하다.

Segmented E-paper는 적용분야의 한계로 인하여 성장에는 한계가 있을 것으로 보이나, 저가에 설치가 가능하기 때문에 Table 2에서 보인 바와 같이 일정한 시장확보는 유지할 것으로 판단된다. ESL에 적용되는 전자종이 디스플레이는 큰 소비전력을 필요로 하는 백라이트를 필요로 하지 않으며 쌍안정성을 가지는 특성으로 인하여 탄소저감,

Table 1. Market size of ESL components(unit: million dolars)

구분	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	CAGR(%)
디스플레이	208	240	275	288	331	397	479	585	729	899	17.7
배터리	91	105	120	126	145	171	208	254	315	387	17.4
트랜시버	88	100	112	115	131	153	180	215	261	314	15.2
마이크로프로세서	110	124	140	144	165	173	227	271	330	397	15.3
기타	37	42	46	47	53	58	65	74	84	94	10.9
계	534	611	693	720	825	952	1,159	1,399	1,719	2,091	14.1

Table 2. Market size of ESL according to display types(unit: million dolars)

구분	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	CAGR(%)
LCD	148	167	188	194	220	254	295	347	415	492	14.3
Segmented E-paper	84	96	106	108	123	140	159	184	216	251	12.9
Full-graphic E-paper	303	348	398	418	482	582	706	868	1088	1349	18.0
계	535	611	692	720	825	976	1,160	1,399	1,719	2,092	15.07

플렉시블 가능성, 시인성, 저가격 등으로 인하여 향후 적용분야가 크게 확대될 것으로 예상된다[9].

위에서 언급한 전자종이에 기반한 ESL 시장의 확장가능성은 그 사이즈의 확대에서 확인할 수 있다. Table 3은 2017년부터 2026년까지 ESL의 사이즈에 따른 시장규모를 보인 것으로 성장률은 3인치 이하의 작은 사이즈는 13.8%, 3-7인치는 18.7%, 그리고 7-10인치는 20.6%에 이르러 3인치 이하보다는 3-10인치 사이즈의 시장이 크게 성장할 것으로 예측된다. 10인치 이상의 시장은 21.7%로 성장률은 크나 매출액 규모가 작으며 판매개수는 전체시장의 4% 이하로 크게 확대하는 것은 기대하기 어려울 것으로 보이며, 이와 같은 큰 사이즈의 ESL은 OLED 등의 디스플레이가 유리할 것으로 판단된다. 이상의 분석으로부터 3인치 이하 시장은 기존에 형성된 가격표시장치에 해당하며, 3인치 이상은 새로운 응용분야에 적용될 가능성이 클 것으로 보인다.

상대적으로 큰 사이즈에 적용되는 전자종이는 Segmented E-paper 보다는 Full-graphic E-paper

형태에 적용되며 응용분야의 확대가 예상되며, 가전제품의 표면, 자동차 표면의 변색, 간판, 도로표지판 등이 있다.

4. 지역특성 및 국내기업의 경쟁력 고찰

반도체 분야는 지역 및 국가간 경쟁이 치열하기 때문에 반도체 기술의 영향을 크게 받는 디스플레이 기술에 기반한 ESL의 지역에 따른 ESL 시장분석은 유의미하다. 앞서 분석한 방식과 같이 분석기간 및 매출기준으로 북미, 유럽, 아시아·태평양 및 기타지역에 따른 시장규모를 Table 4에 보였다[4]. 기타지역은 중동, 아프리카, 그리고 남미가 해당된다. Table 4에서 보는 바와 같이 ESL 시장은 북미와 유럽이 가장 크게 형성되어 있으나 시장확장은 아시아·태평양이 가장 빠르게 진행되고 있음을 확인할 수 있으며 특히 이 지역의 2021년부터 2026년까지의 연평균성장률은 22.8%에 이

Table 3. Market size of ESL according to panel size(unit: million dolars)

구분	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	CAGR(%)
3인치 미만	321	356	393	396	452	523	608	717	862	1025	13.8
3-7 인치	134	157	182	194	225	271	329	404	506	627	18.7
7-10 인치	64	77	92	101	116	142	175	217	275	345	20.6
10인치 이상	16	20	25	29	33	40	49	60	76	94	21.7
계	535	610	692	720	826	976	1,161	1,398	1,719	2,091	18.70

Table 4. Market size of ESL according to region(unit: million dolars)

구분	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	CAGR(%)
북미	182	209	240	252	290	346	415	504	626	768	17.3
유럽	241	268	298	302	343	398	465	551	666	795	14.2
아시아·태평양	78	92	107	115	135	162	197	242	304	376	19.1
기타	35	41	47	50	59	70	83	101	125	153	17.8
계	536	610	692	719	827	976	1,160	1,398	1,721	2,092	17.10

를 것으로 전망하고 있다.

종이가격표의 경우 수시로 변동이 있는 가격표를 실시간으로 반영하는 것은 불가능하며 정보를 업데이트하는데 부정확할 수 있다. 또한 교체 작업을 위한 인건비, 인쇄비용 등을 감안하면 소매판매업자의 경우 ESL 등 리테일 기술은 매장의 자동화, 재고관리 등의 효율성으로 인하여 도입이 확대될 것으로 보인다. 현재는 인건비 및 운영비 이슈로 인하여 북미 및 유럽이 가장 큰 시장을 가지고 있으나 향후 아시아-태평양 지역이 큰 시장으로 발전할 것으로 예상하는 Table 4는 이러한 점을 반영하고 있다. 또 다른 시장조사기관인 Research 사가 2023년 발표한 시장보고서에 의하면, 2022년부터 2028년까지 18%의 성장률을 보여 2028년에는 23.5억 달러에 이를 것으로 예상하고 있으며 Table 4에서 보인 자료와 유사하다[5]. 이와 같은 ESL 시장의 확장성은 높은 내구성, 쌍안정성에 의한 이미지 유지시간, 배터리 사용에 의한 무선설치, 자동화 추세 등에 의한 것으로 보이며, 소비자 만족도 상승, 운영비 및 인건비 절감, 효율적인 매장관리 등의 장점에 의해 꾸준한 수요가 이어질 것으로 보인다.

이러한 수요증가와 별개로 생산기반은 여전히 반도체 및 디스플레이 기술에 강점을 가진 지역 및 기업이 유리하다. ESL은 배터리, 통신모듈, 마이크로프로세서 등 기존 기술과 함께 상대적으로 신기술로 인정되는 전자종이 디스플레이 기술이 필요하며, 시장이 커질수록 관련기술 및 기업이 인근 지역에 위치한 경우 유리하다. ESL의 대표적인 기업은 프랑스, 스웨덴, 그리고 국내에 각각 대표적인 기업이 있으며 이들이 차지하는 비중은 2020년 전체 시장의 60%에서 2022년에는 78%에 이르러 반도체·디스플레이 산업과 유사한 특징을 가지고 있다. 이러한 점에서 국내기업의 유리한 환경적 요인을 가진 것으로 판단하며, 한 예로

Table 5. Changes in sales of major companies (unit: KRW 100 million)

국가명	2020년	2021년	2022년
프랑스	3,774	5,300	7000
스웨덴	2,393	2,300	2,500
한국	1,206	2,002	6,500

2020년 국내의 모기업은 시장점유율 3위로 12%였으나 2022년에 30%에 이르러 2위에 이르게 되었을 뿐 아니라 1위인 프랑스 기업의 33%에 필적하고 있다. 이상에서 살펴본 주요기업들의 최근 3년간 규모를 Table 5에 정리하였다[11]. 기업명을 사용하는 것은 논문에서 바람직하지 않은 것으로 판단하여 기업명 대신 국가명칭으로 대신하였다.

ESL 제조공정에서 필수적으로 요구되고 있는 증착기술, 패키징기술, TFT(Thin Film Transistor)를 포함한 구동기술 등을 확보하고 있는 국내의 ESL 기업들은 이러한 반도체 및 디스플레이 기술을 바탕으로 향후 더욱 점유율을 높여갈 가능성이 크며 새로운 시장을 열어 가는데 유리한 위치에 있다. 이상의 요소들을 고려하여 국내기업의 유리한 환경 및 개선점을 정리하면 아래와 같다.

- 박막증착기술 등 반도체 공정기술 활용
- TFT 등 반도체 기술보유
- 중국 등 소재공급 국가와 인접
- 우수한 반도체 인력 확보용이
- ESL 관련 전자산업 환경확보
- 추가적인 시장확보
- 추가적인 중소기업 지원책 마련

이상의 유리한 점에도 불구하고 프랑스의 ESL 기업의 실질적인 소유가 중국기업임을 고려하면 향후 시장점유율 경쟁은 더욱 치열할 전망이다. 따라서 이에 상응하는 신기술 개발, 신시장 개척, 그리고 정부의 지속적인 지원정책이 필요할 것으로 보인다.

5. 결론

2000년대 초부터 본격적으로 보급되기 시작한 인터넷으로 인하여 전자상거래를 매우 빠른 속도로 진화하고 있으며, 규모가 작은 소매업체는 새로운 기술진보가 필요하게 되었으며 그 대표적인 예가 ESL이다. 본 연구에서는 ESL 기술에 대한 이해와 함께 시장현황 및 예측을 수행하였으며 기업 간의 경쟁구조를 분석하였다. 시장분석을 위하여 Marketsandmarkets, Research 등의 시장조사기관의 자료와 인터넷 매체를 참고하였다.

ESL을 구성하는 디스플레이 소자는 LCD에서 전자종이 디스플레이로 옮겨지고 있으며, 전자종이를 이루는 기술은 전기영동기술에 의한 마이크로 캡슐형이 주도하고 있다. ESL에서 핵심부품인 디스플레이가 차지하는 비율은 전체시장의 43%로 기술진보가 가장 큰 분야이며 연간성장률도 가장 높다. LCD를 적용하는 ESL은 전자종이에 비하여 가격, 소비전력, 설치 및 운영비 등에서 불리하기 때문에 전자종이 디스플레이로 옮겨가는 추세이며 연간성장률에서 확인된다. 전자종이는 현재의 segmented type에서 full-graphic type으로 업그레이드되고 있으며, 동시에 3-10인치 ESL이 성장률이 주도하고 있다. 10인치 이상의 ESL도 연간 성장률이 21.7%로 크게 예상되나 매출액 비율이 낮기 때문에 큰 시장이 형성될 것으로 예상되지 않는다. 이 시장은 OLED와 같은 자발광 디스플레이가 주도할 것으로 예측된다.

현재 ESL의 수요는 상대적으로 높은 인건비가 요구되는 유럽과 북미가 크지만 아시아·태평양 지역의 연간성장률이 19.1%로 가장 높다. 한편 ESL의 생산기반은 반도체 및 디스플레이의 산업기반 및 관련 기업이 집약되어 있는 지역이 유리하기 때문에 아시아·태평양 지역이 상대적으로 유리할 것으로 판단되며, 그 예로 2020년 전체 시장의

12%의 시장점유율을 가진 세계 3위의 국내 기업이 2022년 30%로 성장하게 되었음을 들 수 있다. ESL 시장은 상위 3개 기업이 전체 시장의 78%에 이르는 점은 반도체 및 디스플레이 기업의 점유율과 유사한 특징을 가지며, 반도체·디스플레이 기술을 상대적으로 용이하게 접근할 수 있는 국내 ESL 기업이 향후 시장점유율을 높여갈 수 있을 것으로 예상된다. 그러나 1위인 기업의 실질적인 소유가 중국 기업임을 고려하면 기술개발과 함께 정부의 지속적인 정책지원이 필요할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 2023년도 청운대학교 학술연구조성비의 지원을 받아 수행된 연구임.

참고문헌

- [1] 양재용, 이상용, “BSC와 AHP를 활용한 IoT 인프라 도입 의사결정에 관한 연구,” 한국전자거래 학회지, vol. 22, no. 3, pp. 57-74, (2017).
- [2] 김영조, “퍼블릭 표시장치의 시장동향 및 ESL 소자의 역할,” 한국산업융합학회 논문지, vol. 25, no. 6, pp. 1029-1036, (2022).
- [3] 김병정, “플렉시블 디스플레이,” ASTI Market Insight(한국과학기술정보원), pp. 1-8, (2022).
- [4] Marketsandmarkets, “Electronic Shelf Label Market with COVID-19 Impact,” Report of marketsandmarkets, (2021).
- [5] Research, “Electronic Shelf Label (ESL) Market Size Report” Report of Research, (2023).
- [6] 안형진, 김영조, “전기영동 디스플레이에서 전자잉크의 전류특성 및 평가,” 한국전기전자재료학회 논문지, vol. 33, no. 1, pp.31-36, (2019).

- [7] Dong-Jin Lee and Young-Cho Kim, "Stability of Particle Movement in Reflective Electronic Displays by Analysis of the Response Time," *J. Display Technology (IEEE)*, vol. 9, No. 12, pp.972-976, (2013).
- [8] 정은, 김성진, 조성민, "롤투를 공정을 통한 유기조명 및 디스플레이 생산기술 개발 현황," *진공학회 논문지*, vol. 4, no. 3, pp. 24-28, (2017).
- [9] 연구개발특구진흥재단, "전자가격표시기 시장," *글로벌 시장동향 보고서*, (2021).
- [10] 디지털 경제신문, "비즈니스 리포트," 2023년 1월, (2023).
- [11] 전자신문, 2023년 8월 1일 지면발행, 18면, (2023).

(접수: 2023.10.31. 수정: 2023.11.13. 게재확장: 2023.11.27.)